

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-083840

(43)Date of publication of application : 31.03.1995

(51)Int.Cl.

G01N 21/88

H01L 21/66

(21)Application number : 05-226866

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 13.09.1993

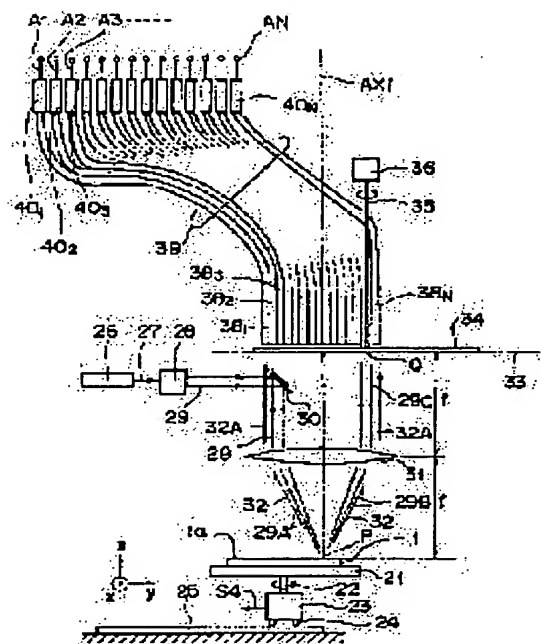
(72)Inventor : HAGIWARA TSUNEYUKI

## (54) ROTARY DEFECT INSPECTION DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To inspect at high speeds the defects in the surface of a substrate on which a circuit pattern or the like is formed by using a simple signal processing system.

CONSTITUTION: A beam 29 from a light source 26 illuminates the point P to be inspected of a wafer 1. A beam 32 from the point P to be inspected forms on a rear focal plane 33 a Fourier-transform spectrum of a circuit pattern formed on the point P to be inspected via a Fourier transform, lens. A beam obtained when a rectilinearly-patterned Fourier-transform spectrum is removed from the Fourier-transform spectrum by a space filter 34 is received by photoelectric conversion elements 401-40N=N. As the wafer 1 is rotated by a turntable 21 and moved in (y) direction, the space filter 34 is rotated in synchronization with the wafer 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Off

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-83840

(43) 公開日 平成7年(1995)3月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 N 21/88

H 0 1 L 21/66

識別記号

庁内整理番号

E 8304-2J

J 8304-2J

J 7630-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平5-226866

(22) 出願日

平成5年(1993)9月13日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 萩原 恒幸

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

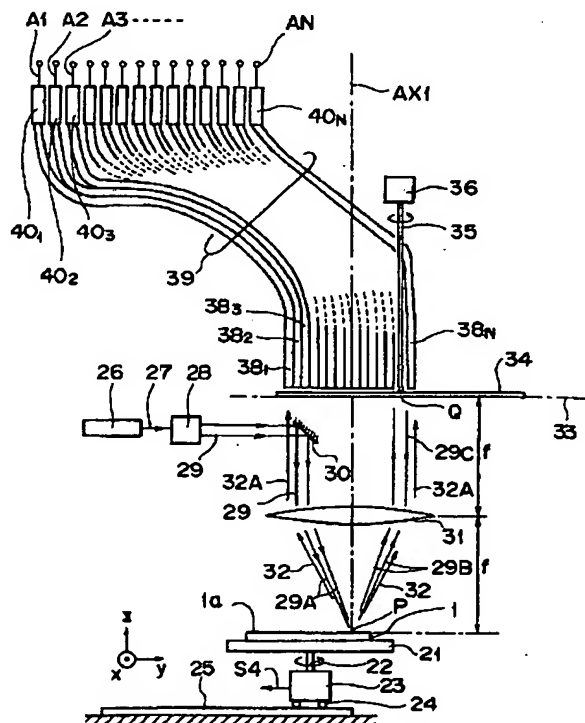
(74) 代理人 弁理士 大森 聡

(54) 【発明の名称】 回転型欠陥検査装置

(57) 【要約】

【目的】 簡単な信号処理系を用いて且つ高速に、回路パターン等が形成された基板の表面の欠陥検査を行う。

【構成】 光源26からの光束29をウエハ1の被検点P上に照射する。被検点Pからの光束32が、フーリエ変換レンズ31を経て後側焦点面33上に被検点P上の回路パターンのフーリエ変換スペクトルを形成する。そのフーリエ変換スペクトルから、空間フィルタ34により直線状パターンのフーリエ変換スペクトルを除去した後の光束を、光電変換素子40<sub>1</sub>～40<sub>N</sub>で受光する。ウエハ1をターンテーブル21により回転すると共にy方向に移動させながら、空間フィルタ34をウエハ1と同期して回転する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のパターンが形成された基板の表面の欠陥を検査する装置において、  
前記基板の表面の所定面積の検査領域に検査用の光束を照射する照明手段と、

前記基板からの光束を空間周波数成分に分解するフーリエ変換光学素子と、

該フーリエ変換光学素子により生成された空間周波数成分の光束を所定の大きさの受光面で受光してそれぞれ光電変換する1組の光電変換手段と、

前記フーリエ変換光学素子の光軸に平行な回転軸を中心として前記基板を回転するターンテーブルと、

前記フーリエ変換光学素子の光軸に垂直な面内で前記基板を移動させる移動手段と、を有し、

前記ターンテーブル及び前記移動手段を介して前記基板に回転及び移動を行わせることにより、前記所定面積の検査領域で前記基板の表面をスパイラル状に走査し、前記1組の光電変換手段から出力される光電変換信号の内の最小レベルの信号より前記基板上の所定のパターンの欠陥を検査することを特徴とする回転型欠陥検査装置。

【請求項2】 前記フーリエ変換光学素子によるフーリエ変換面の近傍に配置され、所定の方向に沿った直線状パターンのフーリエ変換パターンと一致する部分を遮光部として、他の領域を光透過部とした空間フィルタと、前記ターンテーブルの回転に同期して前記空間フィルタを所定の軸を中心として回転するフィルタ回転手段と、を設け、

前記基板の回転に同期して前記フィルタ回転手段を介して前記空間フィルタを回転した状態で、前記空間フィルタを通過した光束を前記1組の光電変換手段で光電変換することを特徴とする請求項1記載の回転型欠陥検査装置。

【請求項3】 前記フィルタ回転手段は、前記直線状パターンのフーリエ変換パターンの0次光成分の位置を中心として前記空間フィルタを回転することを特徴とする請求項2記載の回転型欠陥検査装置。

【請求項4】 前記フーリエ変換光学素子により生成された空間周波数成分の各光束を、1組の光ファイバ束を介して前記1組の光電変換手段に導くことを特徴とする請求項1、2、又は3記載の回転型欠陥検査装置。

【請求項5】 前記フーリエ変換光学素子を、前記所定面積の検査領域を中心とする球面上にそれぞれ一端が配され、他端が前記一端の所定の平面上への正射影と相似な位置に配されている複数の光ファイバ束を束ねて形成したことを特徴とする請求項1、2、3、又は4記載の回転型欠陥検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば回路パターンが形成された半導体素子等の表面の欠陥の検査を行う場合

に適用して好適な欠陥検査装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、半導体素子等の表面に形成された回路パターンの欠陥の大きさ及びその位置を検出するため欠陥検査装置が使用されている。図23は従来の欠陥検査装置を示し、この図23において、ウエハ1の表面1aに形成されている回路パターン2が検査対象であり、ウエハ1はXYステージ3上に載置されている。XYステージ3は2次元平面内で図23の紙面に平行なx方向にウエハ1を移動するXステージ、及び図23の紙面に垂直なy方向にウエハ1を移動するYステージより構成されている。

【0003】 ウエハ1の上方において、ハロゲンランプ等の光源4から射出された光束5は、コリメータレンズ6により集光されて光束7となってビームスプリッター8に入射する。ビームスプリッター8で反射された光束9が、ウエハ1の表面1aの所定面積の照明領域を照明する。ウエハ1の表面1aからの反射光の中で、ビームスプリッター8を透過した光束10は結像レンズ11に入射する。結像レンズ11は、物体面がウエハ1の表面1aに一致するように配置され、結像レンズ11の像面12上に、ウエハ1上の照明領域内の回路パターンの像が結像される。

【0004】 像面12には、撮像面が像面12に一致するように2次元の撮像素子12が設置され、撮像素子12は回路パターンの像を光電変換して得た撮像信号S1を信号処理部14に出力する。信号処理部14には、データ格納部15より欠陥が無い場合の回路パターン（無誤り回路パターン）の設計データに対応する参照信号S2が供給され、信号処理部14は撮像信号S1と参照信号S2とを比較することにより、ウエハ1の表面1a上の回路パターンの欠陥の有無、欠陥の位置及びその欠陥の大きさ等を求める。信号処理部14のその回路パターンの欠陥の情報S3を表示部16に供給し、表示部16はその回路パターンの欠陥の位置及び大きさ等を表示画面上に表示する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記の如き従来の技術においては、信号処理部14では回路パターンの欠陥の位置及び大きさ等を求めるために複雑な画像処理を高速で行う必要がある。従って、信号処理部14としては高速のコンピュータが必要となり、信号処理系が大がかりなものになるという不都合があった。

【0006】 これに関して従来は、ウエハ1の表面1a上の広い照明領域を一括して照明するのではなく、照明光としてのレーザビームをウエハ1の表面上にスポット状に集束し、光偏向器としてのオプティカルスキャナー（ガルバノミラー等）を用いてそのスポット状に集束されたレーザビームでウエハ1上を直線状に走査して欠陥検査を行う装置も知られている。しかしながら、オプテ

ィカルスキャナーはミラーを振動させてレーザビームを走査する方式であるため、スキャンレートの上限により検査速度が制限され、ウエハ1の表面の全面的検査を行うための検査時間が長いという不都合があった。

【0007】本発明は斯かる点に鑑み、簡単な信号処理系を用いて且つ高速に、回路パターン等が形成された基板の表面の欠陥の検査を行うことができる欠陥検査装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による回転型欠陥検査装置は、例えば図1に示すように、所定のパターンが形成された基板(1)の表面の欠陥を検査する装置において、基板(1)の表面の所定面積の検査領域に検査用の光束を照射する照明手段(26, 28, 31)と、基板(1)からの光束を空間周波数成分に分解するフーリエ変換光学素子(31)と、このフーリエ変換光学素子により生成された空間周波数成分の光束を所定の大きさの受光面で受光してそれぞれ光電変換する1組の光電変換手段(40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub>, ..., 40<sub>n</sub>)と、フーリエ変換光学素子(31)の光軸に平行な回転軸を中心として基板(1)を回転するターンテーブル(21)と、フーリエ変換光学素子(31)の光軸に垂直な面内で基板(1)を移動させる移動手段(23, 24)とを有し、ターンテーブル(21)及び移動手段(23, 24)を介して基板(1)に回転及び移動を行わせることにより、その所定面積の検査領域で基板(1)の表面をスパイラル状に走査し、それら1組の光電変換手段から出力される光電変換信号の内の最小レベルの信号より基板(1)上の所定のパターンの欠陥を検査するものである。

【0009】この場合、フーリエ変換光学素子(31)によるフーリエ変換面(33)の近傍に配置され、所定の方向に沿った直線状パターンのフーリエ変換パターンと一致する部分を遮光部として、他の領域を光透過部とした空間フィルタ(34)と、ターンテーブル(21)の回転に同期して空間フィルタ(34)を所定の軸を中心として回転するフィルタ回転手段(35, 36)とを設け、基板(1)の回転に同期してそのフィルタ回転手段を介して空間フィルタ(34)を回転した状態で、空間フィルタ(34)を通過した光束をそれら1組の光電変換手段で光電変換することが望ましい。

【0010】また、フィルタ回転手段(35, 36)は、その直線状パターンのフーリエ変換パターンの0次光成分の位置を中心として空間フィルタ(34)を回転することが望ましい。また、フーリエ変換光学素子(34)により生成された空間周波数成分の各光束を、1組の光ファイバ束(38<sub>1</sub>, 38<sub>2</sub>, ..., 38<sub>n</sub>)を介してそれら1組の光電変換手段に導くようにしても良い。

【0011】更に、そのフーリエ変換光学素子を、例えば図2に示すように、その所定面積の検査領域を中心とする球面上にそれぞれ一端が配され、他端がそれら一

端の所定の平面上への正射影と相似な位置に配されている複数の光ファイバ束(47<sub>1</sub>, 47<sub>2</sub>, ..., 47<sub>n</sub>)を束ねて形成しても良い。

【0012】

【作用】斯かる本発明によれば、オプティカルスキャナーを用いることなく、検査対象の基板(1)をターンテーブル(21)上に載置して高速に回転すると共に、移動手段(24, 25)を用いて基板(1)を移動することにより、所定の光スポットで基板(1)の表面を高速に走査する。従って、検査速度がオプティカルスキャナー等により制限されることがない。

【0013】また、本発明においては、基板(1)からの光束をフーリエ変換して得られた空間周波数成分の光束を1組の光電変換手段(40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub>, ..., 40<sub>n</sub>)で光電変換している。この場合、基板(1)上の誤りが無い場合の回路パターンからのスペクトルの明部は離散的に分布するのに対して、基板(1)上の欠陥部からの光束のスペクトルはほぼ均一なレベルで広く分布する。従って、本発明ではそれら1組の光電変換手段の各光電変換信号の内の最小レベルの信号が、例えば所定の閾値を超えた場合に欠陥があると判定する。これにより、複雑な信号処理を行うことなく、且つ高速に欠陥検出を行うことができる。

【0014】また、基板(1)からのフーリエ変換パターンから空間フィルタ(34)で、所定の方向に沿った直線状パターン(例えば欠陥が無い場合の無誤り基準パターンの直線部分)のフーリエ変換パターンの成分を除去した場合には、主に欠陥情報が光学的に抽出される。即ち、1組の光電変換手段の全部の受光面が無誤り基準パターンのフーリエ変換パターンにかかることが無くなり、各光電変換信号の最小値から正確に欠陥検出が行われる。この際に、基板(1)が回転すると、基板(1)上のパターンのフーリエ変換パターンも回転するため、空間フィルタ(34)で主に欠陥情報を抽出するため、基板(1)の回転に同期して空間フィルタ(34)を回転している。

【0015】この場合、基板(1)が回転しても、その基板(1)上のパターンのフーリエ変換パターンの0次光成分の位置は不変である。従って、空間フィルタ(34)の回転軸はその0次光成分の位置であることが望ましい。また、フーリエ変換光学素子(34)により生成された空間周波数成分の各光束を、1組の光ファイバ束(38<sub>1</sub>, 38<sub>2</sub>, ..., 38<sub>n</sub>)を介してそれら1組の光電変換手段に導く場合には、光電変換手段(40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub>, ..., 40<sub>n</sub>)として例えばフォトマルチプライアのような大きな光電検出器を用いた上で、且つ空間周波数成分の分解能を高く維持することができる。

【0016】また、そのフーリエ変換光学素子を、例えば図2に示すように、複数の光ファイバ束から形成した場合には、フーリエ変換光学素子を基板(1)に近づ

けることができ、基板(1)からの光束の集光効率が改善される。

【0017】

【実施例】以下、本発明による回転型欠陥検査装置の第1実施例につき図1～図4を参照して説明する。図1は本例の回転型欠陥検査装置を示し、この図1において、表面に回路パターンが形成されたウエハ1がターンテーブル21上に真空吸着されている。移動回転部23が、回転軸22を介してターンテーブル21を回転する。図1の紙面に平行な方向にy軸、図1の紙面に垂直な方向にx軸を取り、x軸及びy軸により定まるxy平面にウエハ1の表面1aが常に平行に保たれた状態で、ターンテーブル21はウエハ1を回転する。移動回転部23は、ローラ24を介してy方向に伸びたレール25上に載置され、移動回転部23がローラ24を回転駆動することにより、移動回転部23はレール25に沿ってy方向に移動する。

【0018】ターンテーブル21の上方にHe-Neレーザ光源等のコヒーレントな光束(レーザビーム等)を発生する光源26が設置され、光源26から射出された光束27は、ビームエキスパンダ28により断面形状が円形の平行光束29となる。平行光束29はミラー30で反射されてフーリエ変換レンズ31に向かい、フーリエ変換レンズ31により集光された光束29Aがウエハ1上の被検点P上にスポット状に照射される。被検点P上にスポット状に照射される光束29Aによる照明領域の直径は例えば40 $\mu$ mであり、その照明領域の照度は所望の値に設定される。

【0019】また、フーリエ変換レンズ31の実効中心がウエハ1の表面1aから焦点距離fの1倍の位置に来るように、フーリエ変換レンズ31が設置されている。フーリエ変換レンズ31の光軸AX1は、xy平面に垂直なz軸に平行である。光束29Aの照射により被検点Pから発生する光束32はフーリエ変換レンズ31に入射し、フーリエ変換レンズ31を通過した光束32Aにより、フーリエ変換レンズ31の後側焦点面(フーリエ変換面)33上に、ウエハ1上の被検点Pの回路パターンの選択的にフィルタリング可能なフーリエ変換パターン(フーリエスペクトル)が形成される。

【0020】また、光束29Aの照射によりウエハ1の表面1aでそのまま反射された光束29Bは、再びフーリエ変換レンズ31に入射し、ミラー30で反射された平行光束29と断面形状が一致する光束29Cとなる。光束29Cは、後側焦点面33上において、点Qを中心とした円形スペクトルを形成する。点Qは0次光成分の位置でもある。その後側焦点面33上に、回転式の空間フィルタ34を設置する。回転式の空間フィルタ34は円板状であり、回転軸35を介して回転部36に接続されている。回転部36は、回転軸35を介して空間フィルタ34を後側焦点面33内において点Qを中心に回転

する。空間フィルタ34は、ウエハ1の回転運動と同期して、且つ同一の角速度で回転する。回転の方向は、ウエハ1及び空間フィルタ34共にそれぞれ常に同一方向であればよく、両者の相対的な回転方向は同一又は逆のどちらでもよい。

【0021】回転式の空間フィルタ34は、ウエハ1の表面の回路パターンに欠陥が無い場合の無誤り回路パターン中の直線部分に光束29Aが照射された場合に、その直線部分から発生する光束による後側焦点面33上のフーリエ変換パターンの明部と一致する部分が不透明部分となり、それ以外の部分が透明部分となっている。即ち、空間フィルタ34は、無誤り回路パターン中の直線部分のフーリエ変換パターン(フーリエスペクトル)を阻止するものである。

【0022】空間フィルタ34の一例は、例えば図10に示すように、ガラス基板上に45°間隔で帯状の遮光帯53A～53Dを形成したものである。本例ではその空間フィルタ34を、種々の回路パターンに対して共通に使用する。これにより、検査対象とする回路パターン毎に空間フィルタ34を製作する必要が無い。空間フィルタ34を、例えば液晶表示素子(LCD)、又はエレクトロクロミック素子(ECD)等のSLM素子を用いて構成することもできる。これらを用いる場合、空間フィルタ34に書き込む不透明部分のパターンは例えば図10のパターンと同様である。空間フィルタ34は、より簡単には、透明のフィルムに周知のコンピュータ用のプロッターを用いて所定のパターンを描画することでも製作できる。

【0023】図1において、移動回転部23の動作によりウエハ1は、回転軸22を中心に回転しながらy方向に移動する。この動作により、光束29Aによる被検点P上の円形の照明スポット光が、ウエハ1上を相対的にスパイラル状に回転走査し、ウエハ1の表面の全面の欠陥検査が高速に実行される。本実施例ではウエハ1を回転走査した場合に後側焦点面33上に形成されるフーリエスペクトルの0次光成分の位置Qを中心として、ウエハ1の回転に同期して空間フィルタ34を回転させることにより、ウエハ1を回転させながらフーリエスペクトルのフィルタリングを行って欠陥検査を行うようにしている。従って、空間フィルタ34を通過する光束には、ウエハ1上の被検点P上に2次元的に配列された回路パターンに対応するフーリエ変換パターンと、回路パターンの欠陥に関与する光情報とが含まれている。

【0024】本例では、空間フィルタ34の上面に近接して、且つフーリエ変換レンズ31により形成されるフーリエ変換パターンの領域を覆うように、1組の光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>, 38<sub>2</sub>, ..., 38<sub>N</sub>(Nは所定の整数)のそれぞれの一方の端面を配置し、これら光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>N</sub>を保持具39で束ねる。そして、これら光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>, 38<sub>2</sub>, ..., 3

8<sub>N</sub>の他方の端面をそれぞれ光電変換素子40<sub>1</sub>、40<sub>2</sub>、  
…、40<sub>N</sub>の受光面に密着させる。光電変換素子40<sub>1</sub>  
～40<sub>N</sub>としては、例えばフォトマルチプライア又はP  
I N型のシリコンフォトダイオード等が使用される。

【0025】空間フィルタ34を通過する光束は、光フ  
ァイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>N</sub>の各受光端により波面  
分割され、それぞれ光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>N</sub>  
の内部を通過して光電変換素子40<sub>1</sub>～40<sub>N</sub>の受光  
面に入射する。光電変換素子40<sub>1</sub>～40<sub>N</sub>はそれぞれ  
受光した光を光電変換して検出信号A1～ANを出力す  
る。これら検出信号A1～ANは図2の信号処理回路に  
供給されて、欠陥の有無の弁別が行われる。

【0026】図2は本例の信号処理回路中の欠陥弁別回  
路を示し、この図2において、検出信号A1～ANはそ  
れぞれ増幅器41<sub>1</sub>～41<sub>N</sub>を経て検出信号B1～BN  
となって、コンパレータ42<sub>1</sub>～42<sub>N</sub>の非反転入力部  
に供給される。コンパレータ42<sub>1</sub>～42<sub>N</sub>の反転入力  
部にはそれぞれ基準電圧V1～VNが供給されている。  
コンパレータ42<sub>i</sub>(i=1～N)はそれぞれ、検出信号  
B<sub>i</sub>と対応する基準電圧V<sub>i</sub>とを比較し、検出信号B<sub>i</sub>  
が基準電圧V<sub>i</sub>より大きい場合にハイレベル“1”とな  
り、検出信号B<sub>i</sub>が基準電圧V<sub>i</sub>以下である場合にロー  
レベル“0”となる比較信号C<sub>i</sub>を出力する。これらコ  
ンパレータ42<sub>1</sub>～42<sub>N</sub>から出力される比較信号C1  
～CNをN入力のアンド回路49の入力部に供給する。  
アンド回路49では、比較信号C1～CNの全てがハイ  
レベル“1”のときにハイレベル“1”となり、それ以  
外のときにはローレベル“0”となる欠陥弁別信号S5  
を出力する。

【0027】この場合、欠陥弁別信号S5がハイレベル  
“1”のときに欠陥有りと判定し、欠陥弁別信号S5が  
ローレベル“0”のときに欠陥無しと判定する。また、  
検出した欠陥の大きさを次のように判別する。図3は本  
例の信号処理回路の欠陥の大きさ検出回路を示し、この  
図3において、図2の増幅器41<sub>1</sub>～41<sub>N</sub>から出力さ  
れる検出信号B1～BNを、最小値抽出回路50に供給  
する。最小値抽出回路50は、検出信号B1～BN中の  
値が最小の検出信号を最小値信号S6として出力する。  
つまり、図2の欠陥弁別回路と図3の欠陥の大きさ検出  
回路とは協調して動作し、欠陥弁別信号S5がハイレベ  
ル“1”のときの最小値信号S6の値を欠陥の大きさを  
示す信号とみなす。

【0028】また、図1において、移動回転部23は、  
ウエハ1上の現在の被検点Pのx-y平面内の2次元座標  
を示す位置情報S4を発生する。そこで、この位置情報  
S4、図2の欠陥弁別信号S5、及び図3の最小値信号  
S6を組み合わせ、図示省略されたディスプレイ装置  
の表示画面上に、ウエハ1の表面の欠陥の位置及び大き  
さマップ状に表示する。

【0029】なお、図1の後側焦点面33上でフーリエ

スペクトルに偏りがある場合等には、円板状の空間フ  
ィルタ34の回転により、空間フィルタ34を通過する主  
に欠陥部の情報を含む光束のエネルギーが変調を受ける  
ことがある。斯かるエネルギー変調は欠陥の検出及び大  
きさの弁別に影響を与える。このエネルギー変調は、空  
間フィルタ34の回転に同期しているため、次のように  
してその影響を相殺することができる。即ち、欠陥の基  
準となる校正用のサンプル(所定形状の微小なビーズ  
等)を無地のウエハ上に散布するか、又は校正用の光源  
を被検点Pと共役な位置に設置した状態で、実際に光電  
変換素子40<sub>1</sub>～40<sub>N</sub>の検出信号を記録することによ  
り、そのエネルギー変調を空間フィルタ34の回転角の  
関数として測定し、この測定結果を用いて図2の増幅器  
41<sub>1</sub>～41<sub>N</sub>のゲインをそのエネルギー変調を相殺す  
るよう変調すれば良い。これにより、ウエハ1上を常  
に同一の欠陥検出感度で検査できる。

【0030】次に、ウエハ1上の被検点Pと発生するフ  
ーリエスペクトルとの関係につき説明する。図4は、図  
1のウエハ1上の検査対象領域を示し、この図4におい  
て、ウエハ1の表面にはそれぞれ同一の回路パターンよ  
りなる複数のダイ(パターンユニット)37A、37  
B、37C、…がマトリックス状に形成されている。こ  
の図4において、ウエハ1上の被検点P1を検査する場  
合、ウエハ1上の多数のダイ37A、37B、…の回路  
パターンの描画時の基準となる直交座標系(以下、「基  
準座標系」という)(x<sup>-</sup>, y<sup>-</sup>)と、図1に示す装置  
の座標系(x, y)とは角度α<sub>1</sub>をなすものとする。こ  
のとき、ウエハ1が回転軸22を中心として回転して、  
ウエハ1上の被検点が被検点P2及び被検点P3に移動  
すると、基準座標系(x<sup>-</sup>, y<sup>-</sup>)と、装置の座標系  
(x, y)とはそれぞれ角度α<sub>2</sub>及び角度α<sub>3</sub>をなすよ  
うに変化する。

【0031】図5(a)～(c)は、それぞれ図1のフ  
ーリエ変換レンズ31の後側焦点面(フーリエ変換面)  
33上で、フーリエ変換レンズ31の開口により制限さ  
れるスペクトル領域33aを示す。図5(a)において  
ウエハ1上の被検点P(実際には図1のフーリエ変換レ  
ンズ31の物体面に位置する。)上の1つのダイ(パター  
ンユニット)37の基準座標系(x<sup>-</sup>, y<sup>-</sup>)と装置の  
座標系(x, y)とは、角度α<sub>1</sub>をなす。このとき、ス  
ペクトル領域33a内で観察される空間周波数スペクト  
ルは、基準座標系(x<sup>-</sup>, y<sup>-</sup>)と平行で且つ0次光成  
分の位置Qを原点とした座標系(u, v)上の一部份の  
領域となる。ダイ37の基準座標系(x<sup>-</sup>, y<sup>-</sup>)と装  
置の座標系(x, y)とがなす角度がα<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>及びα<sub>3</sub>  
と変化すると、観察可能なスペクトル領域33aは、  
0次光成分の位置Qを中心に、座標系(u, v)上で回  
転する。これを装置側(装置の座標系(x, y))から  
見ると、図5(a)、(b)及び(c)に示すように、  
スペクトル領域33a内に観察される空間周波数スペク



トルが被検点Pを中心にダイ37の回転に同期して回転するように見える。

【0032】従って、図4に示すようにウエハ1の回転により、円周の走査線43上を被検点P1、P2、P3、…が移動して多数のダイ(37A、37B等)内の回路パターンの欠陥を検査する場合、図6に示すように、各ダイの回転に同期して回転する空間フィルタ34が必要となる。図6において、空間フィルタ34の回転中心は位置Qであり、空間フィルタ34の半径Lは、スペクトル領域33a内で位置Qから最も遠い点44までの距離により決定される。

【0033】次に、図1の空間フィルタ34と、波面分割用の1組の光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>n</sub>の構成について説明する。本実施例では、ウエハ上に形成される種々のダイ(パターンユニット)の内部の回路パターンについてそれぞれ最適な空間フィルタを製作するのではなく、種々のダイの回路パターンに対して1つの空間フィルタ34で対応する。そして、空間フィルタ34を通過した後の光束をフーリエ変換面の近傍で波面分割し、複数の空間周波数成分を光電変換することにより空間フィルタ34を通過した後のフーリエスペクトルの強度分布を測定し、この結果により欠陥の有無の弁別を行う。

【0034】ここで、図5(a)～(c)における装置の座標系(x, y)に対してそれぞれ角度 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 及び $\alpha_3$ だけ回転しているダイ37内の回路パターンが、図7に示す直線パターン52であるとする。この直線パターン52は、ダイ37上の基準座標系のx'軸に対して角度 $\beta$ (図7では $\beta=45^\circ$ )で交差している。この条件下で、スペクトル領域33a内に観察されるフーリエスペクトルは、それぞれ図8(a)～(c)の斜線部で示すように、ダイ内の基準座標系のx'軸、即ちフーリエ変換面上のu軸に対して角度 $\beta$ で交差する直線に対して垂直な帯状のパターンである。その帯状のパターンの太さは、0次光成分の位置Q上に形成される正反射光のスペクトルQ1により規定される。

【0035】従って、図7に示されている角度 $\beta$ (これを $45^\circ$ とする)でx'軸に交差する直線パターン52により発生するフーリエスペクトルを阻止するためには、図9に示すように、帯状の不透明部分よりなり、且つフーリエ変換面のu軸(ダイ内の基準座標系のx'軸)に角度 $135^\circ(=90^\circ+\beta)$ で交差する遮光帯53Aが必要となる。

【0036】図7のパターン52以外にもダイ内の回路パターンには、ダイ37内の基準座標系のx'軸に対してなす角度 $\beta$ が、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、又は $135^\circ$ 等のパターンが存在する。これらの直線状の回路パターンに対応するためには、図10に示すように、フーリエ変換面のu軸(ダイ内の基準座標系のx'軸)に対してそれぞれ $-45^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、及び $90^\circ$ で交差する遮光帯

53A～53Dよりなる空間フィルタ34が必要となる。従って、本例の空間フィルタ34を使用することにより、通常の回路パターンに含まれている直線状パターンのフーリエ変換パターンはほぼ除去されるため、この空間フィルタ34を種々のウエハ上の回路パターンに対して共通に使用することができる。

【0037】本例の空間フィルタ34を通過する光パターンには主に、欠陥部の光パターンと2次元の周期パターンに対応する光パターンとが含まれている。本実施例ではこれらを弁別するために、図1における後側焦点面33の近傍に空間周波数成分を分割する光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>n</sub>の端面を配置している。分割された空間周波数成分は各々独立に光電変換されて検出信号A1～ANとなる。

【0038】図11は、ダイ37内の基準座標系(x', y')に平行な方向に配列された2次元の周期パターンの一列としての回路パターン54を示し、回路パターン54を構成する矩形パターンの各々の一辺は $1\mu\text{m}$ ～ $0.3\mu\text{m}$ 程度である。そのため、図1の被検点P上の照明スポット光内に複数の矩形パターンが存在する。この条件下で、ダイ37内の基準座標系(x', y')と装置の座標系(x, y)とが平行である場合、後側焦点面33上のスペクトル領域33a内に観察される離散的なフーリエスペクトル54を図13に示す。このとき、0次光成分の位置Qを原点として、基準座標系のx'軸及びy'軸にそれぞれ平行にフーリエ変換面上の空間周波数成分のu軸及びv軸が定義されている。図4に示すようにウエハ1の回転に伴い、ダイ内の基準座標系(x', y')と装置の座標系(x, y)とがなす角度 $\alpha$ は変化する。その角度 $\alpha$ が $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 及び $\alpha_3$ の場合にスペクトル領域33a内に観察されるスペクトルは、それぞれ図12(a)～(c)に示すように、座標系(u, v)と共に位置Qの原点を中心に角度 $\alpha$ と同期して回転する。

【0039】ダイ内の基準座標系(x', y')と装置の座標系(x, y)とがなす角度 $\alpha$ が $0^\circ$ ～ $360^\circ$ の全範囲で変化する場合に、スペクトル領域33a内に観察されるスペクトルは、図13に示すように位置Qの原点を中心として所定半径の円形の領域34A内のパターン54である。図13において、図1のウエハ1上の欠陥部から発生する光束のスペクトルは、スペクトル領域33a内に略々均等に発生する。従って、欠陥がなく2次元の周期的な配列を有する回路パターンのみが被検点P上に存在する場合に発生するスペクトル(例えば図13に示すような離散的なパターン54)に対して、スペクトル領域33aを分割して得られた複数のスペクトル検出領域内の各光エネルギーから、図2に示す欠陥弁別回路により欠陥が無いものと判定するためには、分割されたスペクトル検出領域の内の少なくとも1つの検出領域内に入射する光エネルギーが所定の閾値以下であれば



よい。

【0040】このためには、スペクトル領域33a内を複数のスペクトル検出領域に分割した場合に、少なくとも1つの検出領域に図13のパターン54が入らないようにすれば良い。このような分割の方法は種々考えられる。図14(a)は分割方法の一例を示す。この分割方法は、装置の座標系(x, y)とダイ内の基準座標系(x', y')との角度関係により、スペクトル領域33a内に観察されるフーリエスペクトルが、位置Qの原点を中心に回転することに着目してなされたものである。そのため、この分割方法では、スペクトル領域33aを位置Qの原点を中心として、半径方向に等間隔に同心円状のN個のスペクトル検出領域54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>, ..., 54<sub>N</sub>に分割する。そして、図1の光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>, 38<sub>2</sub>, ..., 38<sub>N</sub>の一方の端面を、図14(a)の同心円状のスペクトル検出領域54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>, ..., 54<sub>N</sub>上に配置する。これにより、スペクトル領域33a内の同心円状のN個のスペクトル検出領域54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>, ..., 54<sub>N</sub>のフーリエスペクトルが、それぞれ図1の光電変換素子40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub>, ..., 40<sub>N</sub>で光電変換される。

【0041】図14(b)は装置の座標系(x, y, z)における空間フィルタ34、回転軸35、1組の光ファイバ・バンドルの端面38a、及び1組の光ファイバ・バンドルの保持具39の関係を示す斜視図である。この図14(b)において、端面38a内に図1の光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>~38<sub>N</sub>の端面が図14(a)のように配列されている。

【0042】上述のように本例によれば、ウエハ1上で被検点Pを相対的に高速に回転走査して、ウエハ1の全面の欠陥検査を高速に実行している。また、ウエハ1の回転によりウエハ1の回路パターン54の直線部分のフーリエ変換パターンも回転するため、ウエハ1の回転に同期して回転する空間フィルタ34を用いて、その直線部分のパターンからのフーリエ変換スペクトルを阻止し、空間フィルタ34を通過した主に欠陥情報を含む光束を検出して欠陥検出を行っている。従って、信号処理系では、検出信号A1~ANを増幅した信号B1~BNを所定の閾値と比較すると共に、欠陥部でその信号B1~BNの最小値を保持するだけで良く、大型のコンピュータ等は必要でないため、信号処理系の構成が簡略であり、且つ処理速度が高速である。

【0043】また、図14(a)に示すように、スペクトル領域33aを同心円状のスペクトル検出領域54<sub>1</sub>~54<sub>N</sub>に分割して、各スペクトル検出領域の光パターンを光電変換している。従って、スペクトル検出領域54<sub>1</sub>~54<sub>N</sub>の中に直線状パターンのフーリエ変換パターンが含まれない領域が存在する確率が高くなり、欠陥部の検出精度が向上する。また、空間フィルタ34を種々の回路パターンが形成されたウエハに対して共通に使

用できるため、空間フィルタ34を作製する手間が省ける利点がある。

【0044】次に、本発明の第2実施例につき図15を参照して説明する。この図15において図1に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。図15はこの第2実施例の回転型欠陥検査装置を示し、この図15において、回路パターンが形成されたウエハ1が、ターンテーブル21上に載置され、ターンテーブル21が回転軸22を介して移動回転部23に接続されている。移動回転部23の動作によりウエハ1は、回転軸22を中心に回転しながらy方向に移動する。これにより第1実施例と同様に、被検点P上に照射されるスポット光が、ウエハ1上を相対的にスパイラル状に回転走査し、ウエハ1の表面の全面の欠陥検査が高速に実行される。

【0045】ターンテーブル21の上方において、光源26から射出される光束27は、ビームエキスパンダ28により断面が円形の平行光束29となって集光レンズ45に入射する。集光レンズ45により集束された光束29Dは、ウエハ1上の被検点P上に例えば直径30μm程度のスポット光として照射される。ウエハ1の上方にフーリエ変換レンズ31が配置され、フーリエ変換レンズ31の実効中心はウエハ1の表面1aから焦点距離fの1倍の面上に位置している。

【0046】光束29Dにより被検点Pから発生する光束32はフーリエ変換レンズ31に入射し、フーリエ変換レンズ31を通過した光束32Aにより、フーリエ変換レンズ31の後側焦点面33上に選択的にフィルタリングしうるフーリエスペクトルが形成される。フーリエ変換レンズ31は、入射する光束による像高hと、その光束と光軸AX1とがなす角度θとの関係が、像高hがf sin θに比例する特性を有する。フーリエ変換レンズ31は、例えばh=f sin θで表わされる特性を有するとする。ウエハ1からの光束32は、光軸AX1と角度θをなしてフーリエ変換レンズ31に入射し、後側焦点面33上の像高h<sub>1</sub>がf sin θの点に光スポットを形成する。光源26及び集光レンズ45を含む照明系の光軸をAX2として、光軸AX2が光軸AX1に対して角度θ<sub>1</sub>で交差するものとする、光束29Dによりウエハ1の表面からそのまま反射される光束29Eの光軸AX3は、光軸AX1に対して角度θ<sub>1</sub>で交差している。

【0047】本実施例ではフーリエ変換レンズ31の開口は、ウエハ1の表面からの光軸AX1に対して角度θ<sub>1</sub>の光束が入射できる程大きくないため、後側焦点面33上で光束29Eの空間周波数スペクトルを測定することは不可能である。しかしながら、角度θ<sub>1</sub>は既知であるため、光軸AX1からh<sub>1</sub>(=f sin θ<sub>1</sub>)の位置Qが反射する光束29E(0次光)のスペクトル位置であることは自明である。従って、本実施例においては、図1

5の紙面内で後側焦点面33上の像高 $h_1$ の位置Qを中心に空間フィルタ34を回転する。回転式の空間フィルタ34の構成、及び回転動作は第1実施例と同様である。空間フィルタ34の遮光部により、無誤り回路パターン中の直線部分のフーリエ変換パターンが阻止され、それ以外のウエハ1上に2次元的に配列された回路パターン、及び欠陥部から発生する光パターンが、空間フィルタ34の光透過部を透過する。

【0048】本実施例においても、第1実施例と同様にウエハ1を回転走査しながら、ウエハ1の回転と同期して空間フィルタ34を回転することにより、空間フィルタ34により無誤り回路パターンの直線部分のフーリエ変換パターンを阻止している。従って、空間フィルタ34を通過する光束には、2次元的に配列された回路パターンに対応する光パターンと欠陥部に対応する光パターンとが含まれている。空間フィルタ9を通過する光束は、後側焦点面33の近傍で1組の光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>M</sub>（Mは所定の整数）のそれぞれの一方の端面により波面分割された後、光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>M</sub>の他方の端面に対向して配置された光電変換素子40<sub>1</sub>～40<sub>M</sub>の受光面に入射する。

【0049】光電変換素子40<sub>1</sub>～40<sub>M</sub>で光電変換して得られた検出信号A1～AMは、図2と同様の信号処理系の欠陥弁別回路に供給され、第1実施例と同様に欠陥の有無の判定、及び欠陥の大きさの検出が行われる。その他の構成は第1実施例と同様であるため、その説明を省略する。次に、本実施例における空間フィルタ34と波面分割用の光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>M</sub>の構成について説明する。

【0050】第1実施例と同様に本実施例でも、ウエハ1上のあらゆるダイ内の回路パターンについてそれぞれ最適な空間フィルタを製作するのではなく、種々の回路パターンに対して1つの空間フィルタ34で対応する。そのため、空間フィルタ34を通過した後の光束をフーリエ変換面（後側焦点面33）の近傍で波面分割し、分割後の複数の空間周波数成分を光電変換し、この結果より欠陥の有無の弁別を行う。

【0051】ここで、図5（a）～（c）における装置の座標系（x，y）に対してそれぞれ角度 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 及び $\alpha_3$ だけ回転しているダイ37内の回路パターンが、図7に示す直線パターン52であるとする。この直線パターン52は、ダイ37上の基準座標系のx'軸に対して角度 $\beta$ （図7では $\beta=45^\circ$ ）で交差している。この条件下で、スペクトル領域33a内に観察されるフーリエスペクトルは、それぞれ図16（a）～（c）の斜線部で示すように、ダイ内の基準座標系のx'軸、即ちフーリエ変換面上のu軸に対して角度 $\beta$ で交差する直線に対して垂直な帯状のパターンである。その帯状のパターンの太さは、0次光成分の位置Q上に形成される正反射光の楕円状のスペクトルQ2により規定される。

【0052】その正反射光のスペクトルQ2は、図15のフーリエ変換レンズ31によるスペクトル領域33a内には存在しないが、図15のフーリエ変換レンズ31の開口を大きくして、スペクトル領域33aよりも広いスペクトル領域33b内を観察できるようにすれば、そのスペクトルQ2を観察できる。また、図15では、断面形状が円形の光束29Dが斜めにウエハ1の表面に投影されているため、図16のスペクトルQ2は楕円状になっている。

【0053】従って、図7に示されている角度 $\beta$ （これを $45^\circ$ とする）でx'軸に交差する直線パターン52により発生するフーリエスペクトルを阻止するためには、図17に示すように、帯状の不透明部分よりなり、且つフーリエ変換面のu軸（ダイ内の基準座標系のx'軸）に角度 $135^\circ$ （ $=90^\circ + \beta$ ）で交差する遮光帯53Aが必要となる。また、図17において、正反射光のスペクトル（0次光成分）Q2の中心の位置Qからスペクトル領域33aの最も遠い点までの距離をL<sub>2</sub>とすると、位置Qを中心として半径L<sub>2</sub>の円形の領域34Aを覆うように図15の空間フィルタ34の大きさが設定される。

【0054】また、図7のパターン52以外にもダイ内の回路パターンには、ダイ37内の基準座標系のx'軸に対してなす角度 $\beta$ が、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、又は $135^\circ$ 等のパターンが存在する。これらの直線状の回路パターンに対応するためには、図18に示すように、フーリエ変換面のu軸（ダイ内の基準座標系のx'軸）に対してそれぞれ $-45^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、及び $90^\circ$ で交差する遮光帯53A～53Dよりなる空間フィルタ34が必要となる。更に、それら各遮光帯53A～53Dの幅は、それぞれ正反射光の楕円状のスペクトルQ2の長径の幅に一致させる。

【0055】図18の空間フィルタ34を通過する光パターンには主に、欠陥部の光パターンと2次元の周期パターンに対応する光パターンとが含まれている。本実施例ではこれらを弁別するために、図15における後側焦点面33の近傍に空間周波数成分を分割する光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>M</sub>の端面を配置している。分割された空間周波数成分は各々独立に光電変換されて検出信号A1～AMとなる。

【0056】図11は、ダイ37内の基準座標系（x'，y'）に平行な方向に配列された2次元の周期パターンの一列としての回路パターン54を示し、回路パターン54を構成する矩形パターンの各々の一辺は $1\mu\text{m}$ ～ $0.3\mu\text{m}$ 程度である。そのため、図1の被検点P上の照明スポット光内に複数の矩形パターンが存在する。この条件下で、ダイ37内の基準座標系（x'，y'）と装置の座標系（x，y）とが平行である場合、後側焦点面33上のスペクトル領域33a内に観察される離散的なフーリエスペクトル55を図19に示す。このと

き、0次光成分の位置Qを原点として、基準座標系のx軸及びy軸にそれぞれ平行にフーリエ変換面上の空間周波数成分のu軸及びv軸が定義されている。図4に示すようにウエハ1の回転に伴い、ダイ内の基準座標系 $(x', y')$ と装置の座標系 $(x, y)$ とがなす角度 $\alpha$ は変化する。その角度 $\alpha$ が $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 及び $\alpha_3$ の場合にスペクトル領域33a内に観察されるスペクトルは、それぞれ図20(a)～(c)に示すように、座標系 $(u, v)$ と共に位置Qの原点を中心に角度 $\alpha$ と同期して回転する。

【0057】ダイ内の基準座標系 $(x', y')$ と装置の座標系 $(x, y)$ とがなす角度 $\alpha$ が $0^\circ \sim 360^\circ$ の全範囲で変化する場合に、スペクトル領域33a内に観察されるスペクトルは、図17に示すように位置Qの原点を中心として所定半径の円形の領域34A内のパターンである。図17において、図1のウエハ1上の欠陥部から発生する光束のスペクトルは、スペクトル領域33a内に略々均等に発生する。従って、欠陥がなく2次元の周期的な配列を有する回路パターンのみが被検点P上に存在する場合に発生するスペクトル(例えば図19に示すような離散的なパターン55)に対して、スペクトル領域33aを分割して得られた複数のスペクトル検出領域内の各光エネルギーから、図2に示す欠陥弁別回路と同様の回路により欠陥が無いものと判定するためには、分割されたスペクトル検出領域の内の少なくとも1つの検出領域内に入射する光エネルギーが所定の閾値以下であればよい。

【0058】このためには、スペクトル領域33a内を複数のスペクトル検出領域に分割した場合に、少なくとも1つの検出領域に図19のパターン55が入らないようにすれば良い。このような分割の方法は種々考えられる。図21(a)は分割方法の一例を示す。この分割方法は、装置の座標系 $(x, y)$ とダイ内の基準座標系 $(x', y')$ との角度関係によらずスペクトル領域33a内に観察される離散的なフーリエスペクトルが、常にx方向に長手方向を有することに着目してなされたものであり、x方向に長手方向を有する帯状の領域に分割する。図21(a)において、円形のスペクトル領域33aを、y方向に等間隔に帯状のM個のスペクトル検出領域56<sub>1</sub>、56<sub>2</sub>、…、56<sub>M</sub>に分割する。そして、図15の光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>、38<sub>2</sub>、…、38<sub>M</sub>の一方の端面を、図21(a)の帯状のスペクトル検出領域56<sub>1</sub>、56<sub>2</sub>、…、56<sub>M</sub>上に配置する。これにより、スペクトル領域33a内の帯状のM個のスペクトル検出領域56<sub>1</sub>、56<sub>2</sub>、…、56<sub>M</sub>のフーリエスペクトルが、それぞれ図15の光電変換素子40<sub>1</sub>、40<sub>2</sub>、…、40<sub>M</sub>で光電変換される。

【0059】図21(b)はスペクトル領域33aの分割方法の他の例を示し、この図21(b)において、スペクトル領域33aをy方向に所定間隔で帯状の領域に

分割し、これら帯状の領域をそれぞれ2個のスペクトル検出領域57<sub>1</sub>、58<sub>1</sub>、57<sub>2</sub>、58<sub>2</sub>、…、57<sub>M</sub>、58<sub>M</sub>に分割する。そして、図15の光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>M</sub>の個数Mは2mであり、図21(b)のスペクトル検出領域57<sub>1</sub>～57<sub>M</sub>、58<sub>1</sub>～58<sub>M</sub>に図15の光ファイバ・バンドル38<sub>1</sub>～38<sub>M</sub>の一方の端面を配置する。この場合、図15の空間フィルタ34により全く光の到達しない領域が出来ないように程度に、スペクトル領域33aが2次元的に分割されている。

10 【0060】この第2実施例によれば、第1実施例と同様にウエハ1を回転走査しながら、ウエハ1の回転と同期して空間フィルタ34を回転することにより、空間フィルタ34により直線状パターンからのフーリエ変換パターンを阻止している。そして、空間フィルタ34を通過した光束が光電変換素子40<sub>1</sub>～40<sub>M</sub>により検出信号に変換され、高速に欠陥の位置及び大きさ等の検出が行われる。この際に本実施例では、第1実施例の場合よりも後側焦点面33上で0次光成分から遠く離れたフーリエ変換成分が検出される。また、無誤り回路パターンからのフーリエ変換成分は一般に0次光成分の周辺で強い

ため、本実施例のように0次光成分から離れた成分を抽出することにより、無誤り回路パターンの影響をより低減させて、欠陥部の検出能力を高めることができる。

【0061】次に、図1の実施例においてフーリエ変換レンズ31の代わりに1組の光ファイバ・バンドルを用いた変形例につき図22を参照して説明する。図22はこの変形例の要部を示し、この図1に対応する部分に同一符号を付した図22において、ウエハ1上の被検点Pを中心とする球面46上に光ファイバ・バンドル47<sub>1</sub>、47<sub>2</sub>、…、47<sub>M</sub>のそれぞれの一端を配置する。そして、それら光ファイバ・バンドル47<sub>1</sub>、47<sub>2</sub>、…、47<sub>M</sub>のそれぞれの他端を、ウエハ1の表面に対する法線に沿ってウエハ1の表面に平行な面33上に配置し、この面33上に空間フィルタ34を配置する。

【0062】また、集光レンズ45により集光された光束29Dを、球面46の一部の開口48を介してウエハ1上の被検点Pに照射し、被検点Pから発生する光束32をそれら光ファイバ・バンドル47<sub>1</sub>、47<sub>2</sub>、…、47<sub>M</sub>を介して面33上に導く。この場合、球面46の半径をRとすると、ウエハ1から法線に対して角度 $\theta$ で射出される光束32の像高hは $R \sin \theta$ となり、フーリエ変換されるのと等価である。従って、1組の光ファイバ・バンドル47<sub>1</sub>、47<sub>2</sub>、…、47<sub>M</sub>は、図1のフーリエ変換レンズ31と同様にウエハ1上の回路パターンからの光束をフーリエ変換する。

【0063】また、光束29Dによりウエハ1からそのまま反射される光束29Eが面33上で通過する位置(0次光成分の位置)を中心として空間フィルタ34を回転する。これにより、ウエハ1からの無誤り回路パターンの直線部分のフーリエ変換成分と、空間フィルタ3

4上の直線状パターンのフーリエ変換成分に対応する遮光部とがずれることが無い。その他の構成は図1の実施例と同様である。

【0064】この場合、ウエハ1の被検点Pから法線に対して大きな角度 $\theta$ で射出される光束も光ファイバ・バンドルを介して面33に導かれるため、受光効率が良好である。また、ウエハ1の表面と面33とを近づけることができるため、装置が小型化される。なお、本発明は上述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0065】

【発明の効果】本発明によれば、ターンテーブル及び移動手段を用いて検査対象の基板を回転移動しているため、基板の全面の欠陥検査を高速に行うことができる。また、1組の光電変換手段からの光電変換信号の内の最小レベルの信号から欠陥の位置又は大きさ等を求めるようにしているため、信号処理系の構成が簡略であり、且つ信号処理速度も高速である利点がある。

【0066】また、基板の回転と同期して空間フィルタを回転して、直線状パターンからのフーリエ変換成分を阻止する場合には、基板上の本来の回路パターンからのフーリエ変換成分がほとんど除去されるため、高いSN比で欠陥検出を行うことができる。また、フィルタ回転手段が、無誤り基準パターンのフーリエ変換パターンの0次光成分の位置を中心として空間フィルタを回転する場合には、直線状パターンからのフーリエ変換成分が良好に除去される。

【0067】また、フーリエ変換光学素子により生成された空間周波数成分の各光束を、1組の光ファイバ束を介して1組の光電変換手段に導く場合には、光電変換手段としてフォトマルチプライアのような大きく且つ高感度の光電検出器を使用することができる。また、フーリエ変換光学素子を、所定面積の検査領域を中心とする球面上にそれぞれ一端が配され、他端がそれら一端の所定の平面上への正射影と相似な位置に配されている複数の光ファイバ束を束ねて形成した場合には、フーリエ変換光学素子を基板に近づけることができ装置を小型化できると共に、基板から大きな回折角で射出される光束も受光でき受光効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による回転型欠陥検査装置の第1実施例を示す構成図である。

【図2】実施例の信号処理系の欠陥弁別回路の一例を示すブロック図である。

【図3】実施例の信号処理系の欠陥の大きさ判別回路の一例を示すブロック図である。

【図4】図1のウエハ1上の検査領域を示す拡大平面図である。

【図5】第1実施例において基準座標系( $x'$ ,  $y'$ )と装置の座標系( $x$ ,  $y$ )とがなす角度が変化した場合

の、フーリエスペクトルの状態の説明図である。

【図6】第1実施例の空間フィルタ34とスペクトル領域33aとを示す平面図である。

【図7】ウエハ上のダイ内の直線状パターンの一例を示す拡大平面図である。

【図8】基準座標系( $x'$ ,  $y'$ ) (フーリエ変換面の座標系( $u$ ,  $v$ ))と装置の座標系( $x$ ,  $y$ )とがなす角度が変化した場合の、図7の直線状パターンのフーリエスペクトルの状態の説明図である。

【図9】図7の直線状パターンのフーリエ変換パターンを阻止するための遮光帯53Aを示す図である。

【図10】種々の方向の直線状パターンのフーリエ変換パターンを阻止するための遮光帯53A~53Dを有する空間フィルタ34を示す図である。

【図11】ウエハ上のダイ内の2次元的な周期パターンの一例を示す拡大平面図である。

【図12】基準座標系( $x'$ ,  $y'$ ) (フーリエ変換面の座標系( $u$ ,  $v$ ))と装置の座標系( $x$ ,  $y$ )とがなす角度が変化した場合の、図11のパターンのフーリエスペクトルの状態の説明図である。

【図13】図1のフーリエ変換面上における図11のパターンのフーリエスペクトルを示す図である。

【図14】(a)は図1のフーリエ変換レンズ31のフーリエスペクトル領域33aの分割方法の一例を示す図、(b)は図14(a)の分割方法を採用した場合の図1の空間フィルタ34と光ファイバ・バンドルの端面との関係を示す斜視図である。

【図15】本発明の第2実施例を示す構成図である。

【図16】第2実施例において、基準座標系( $x'$ ,  $y'$ ) (フーリエ変換面の座標系( $u$ ,  $v$ ))と装置の座標系( $x$ ,  $y$ )とがなす角度が変化した場合の、図7の直線状パターンのフーリエスペクトルの状態の説明図である。

【図17】第2実施例において、図7の直線状パターンのフーリエ変換パターンを阻止するための遮光帯53Aを示す図である。

【図18】第2実施例において、種々の方向の直線状パターンのフーリエ変換パターンを阻止するための遮光帯53A~53Dを有する空間フィルタ34を示す図である。

【図19】第2実施例における図11の周期パターンのフーリエスペクトルを示す図である。

【図20】第2実施例において、基準座標系( $x'$ ,  $y'$ ) (フーリエ変換面の座標系( $u$ ,  $v$ ))と装置の座標系( $x$ ,  $y$ )とがなす角度が変化した場合の、図11のパターンのフーリエスペクトルの状態の説明図である。

【図21】(a)は図15のフーリエ変換レンズ31のフーリエスペクトル領域33aの分割方法の一例を示す図、(b)はフーリエスペクトル領域33aの分割方法

他の例を示す図である。

【図 22】 図 1 のフーリエ変換レンズ 31 の代わりに 1 組の光ファイバ・バンドルを用いた変形例の要部を示す断面図である。

【図 23】 従来の欠陥検査装置を示す構成図である。

【符号の説明】

- 1 ウエハ
- 21 ターンテーブル
- 23 移動回転部
- 24 ローラ

\* 26 光源

31 フーリエ変換レンズ

34 空間フィルタ

36 回転部

38<sub>1</sub> ~ 38<sub>N</sub> 光ファイバ・バンドル

40<sub>1</sub> ~ 40<sub>N</sub> 光電変換素子

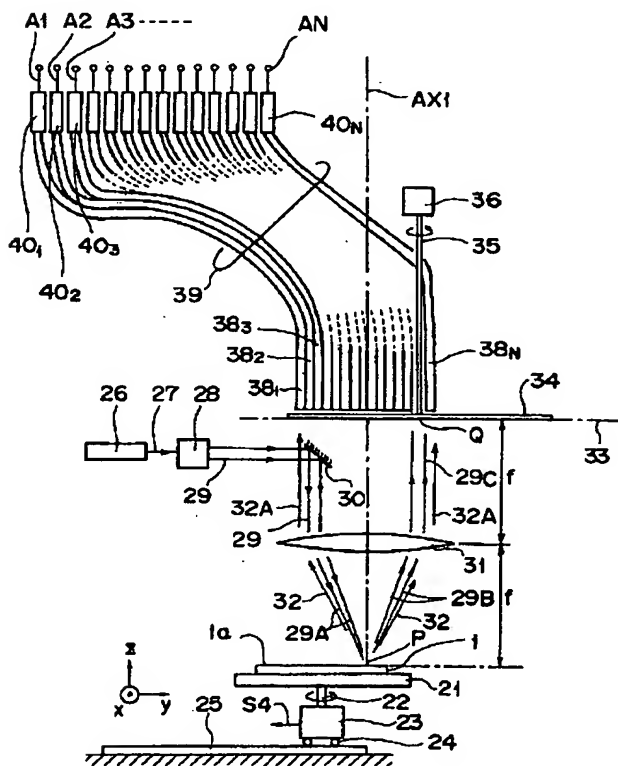
41<sub>1</sub> ~ 41<sub>N</sub> 増幅器

42<sub>1</sub> ~ 42<sub>N</sub> コンパレータ

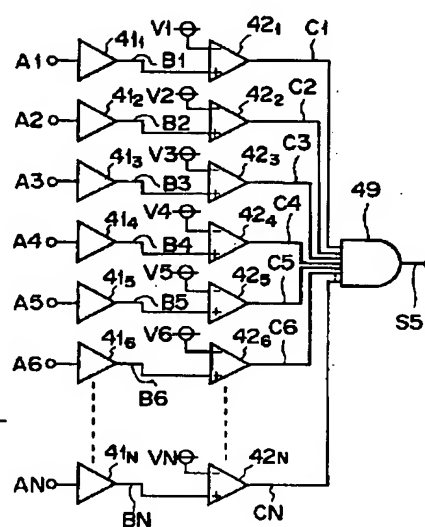
47<sub>1</sub>, 47<sub>2</sub>, ..., 47<sub>N</sub> 光ファイバ・バンドル

\* 10 50 最小値検出回路

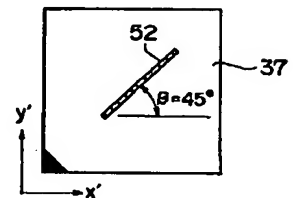
【図 1】



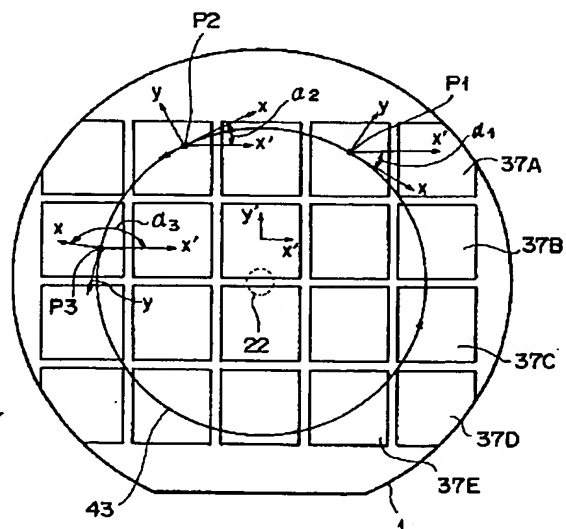
【図 2】



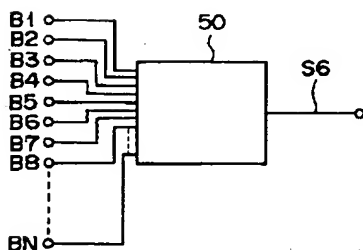
【図 7】



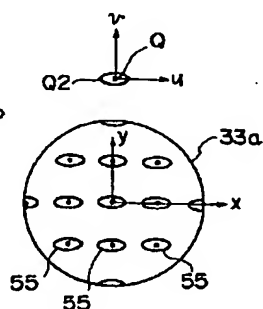
【図 4】



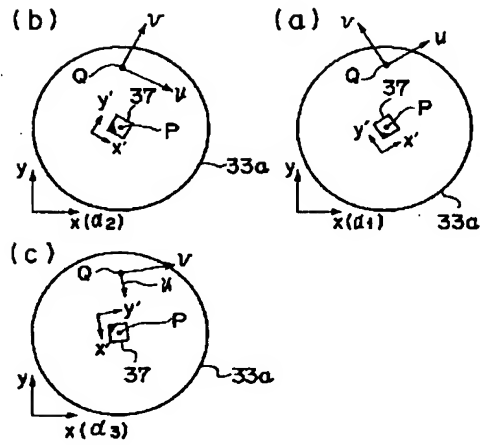
【図 3】



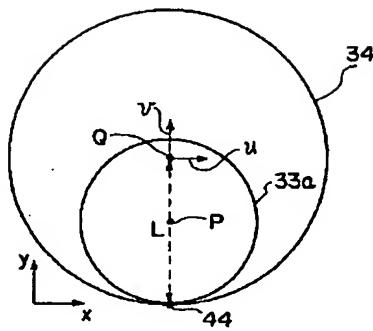
【図 19】



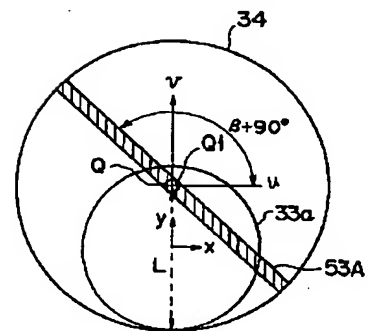
【図5】



【図6】

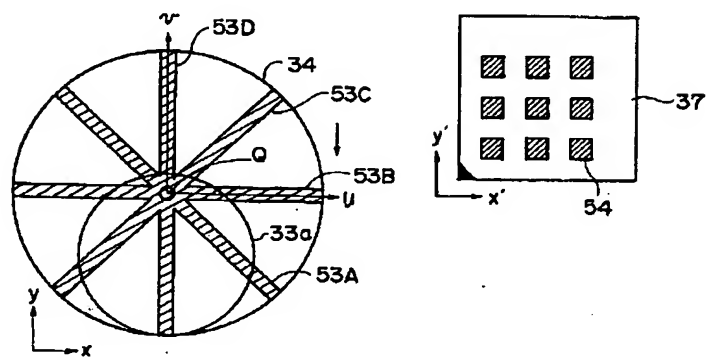


【図9】

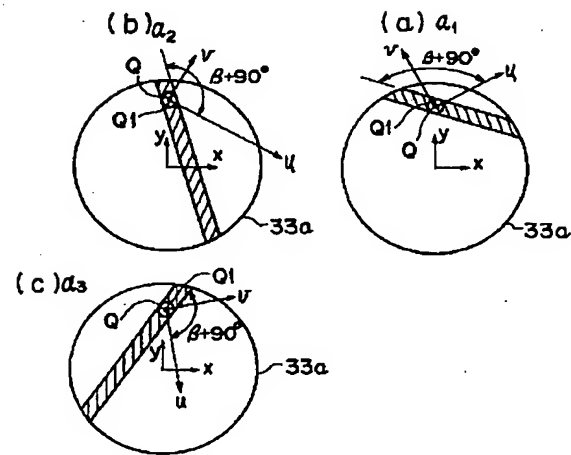


【図10】

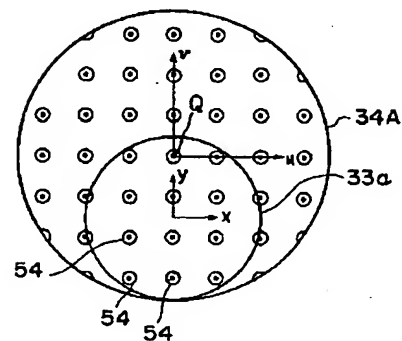
【図11】



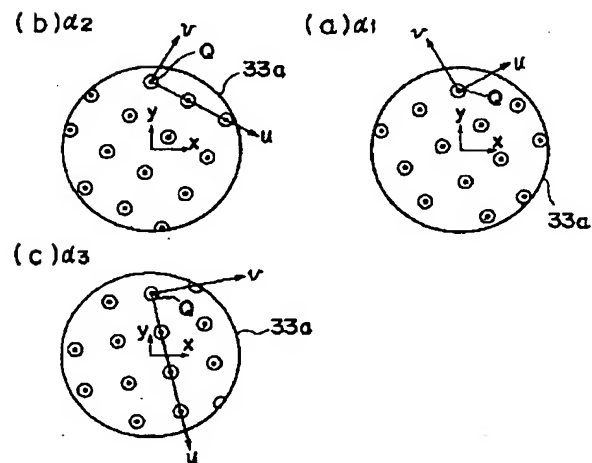
【図8】



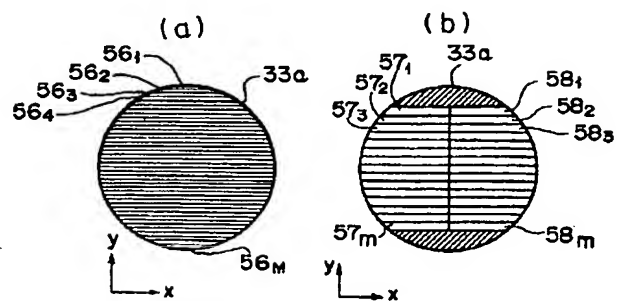
【図13】



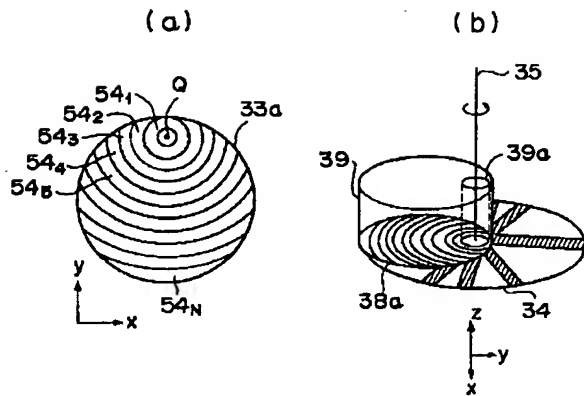
【図12】



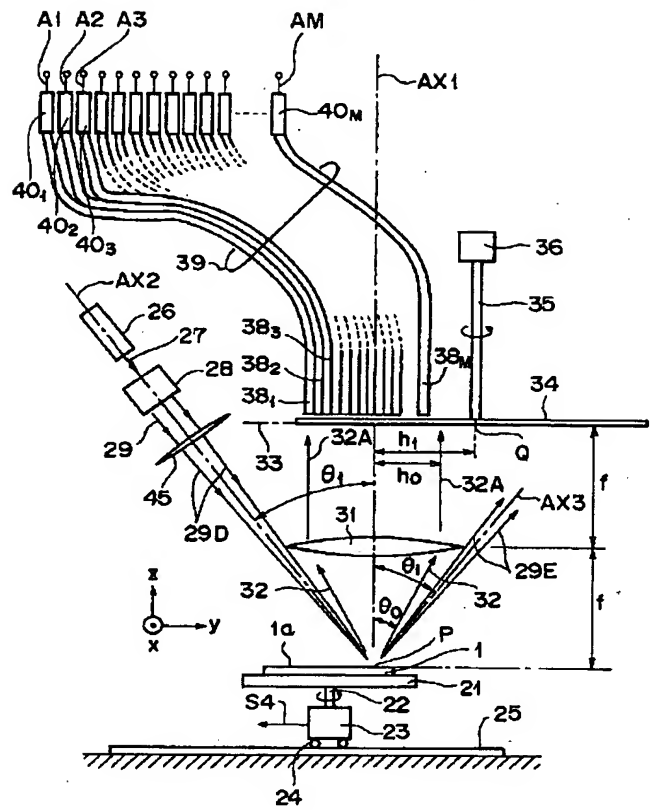
【図21】



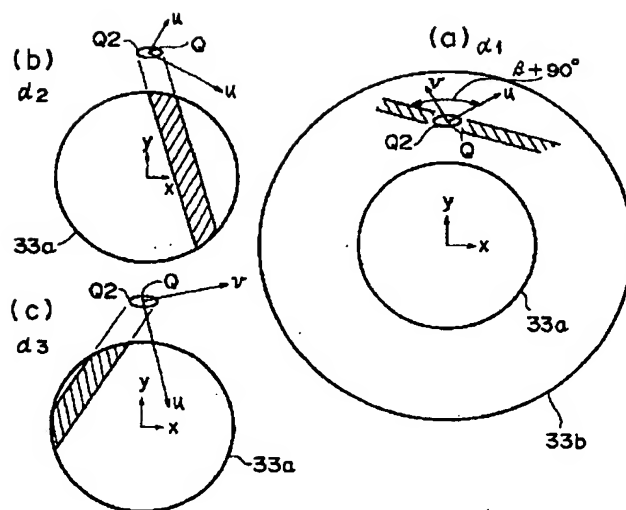
【図14】



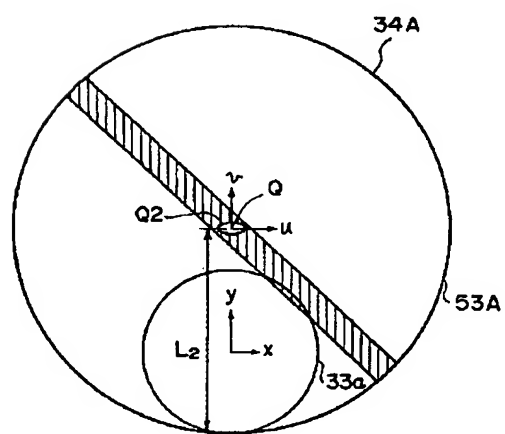
【図15】



【図16】

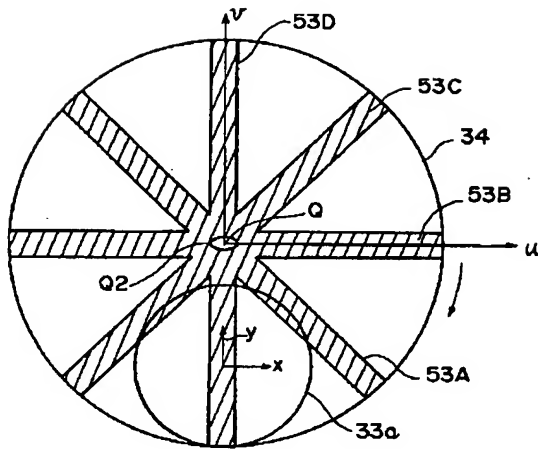


【図17】

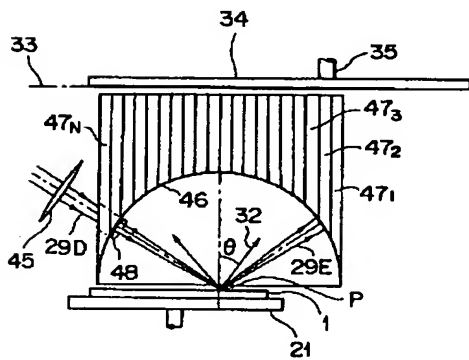




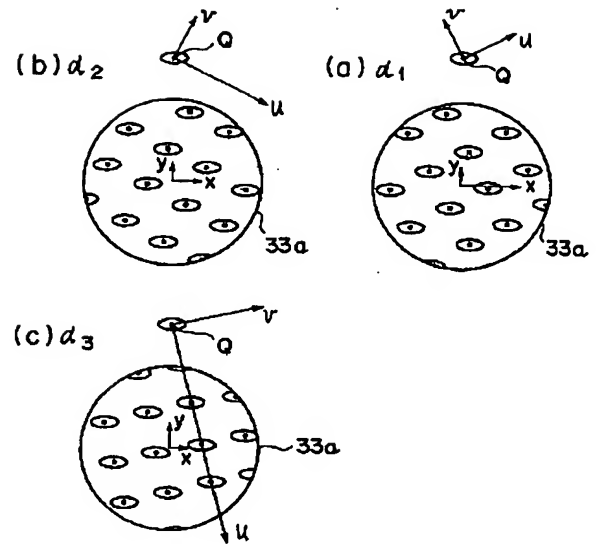
【図 18】



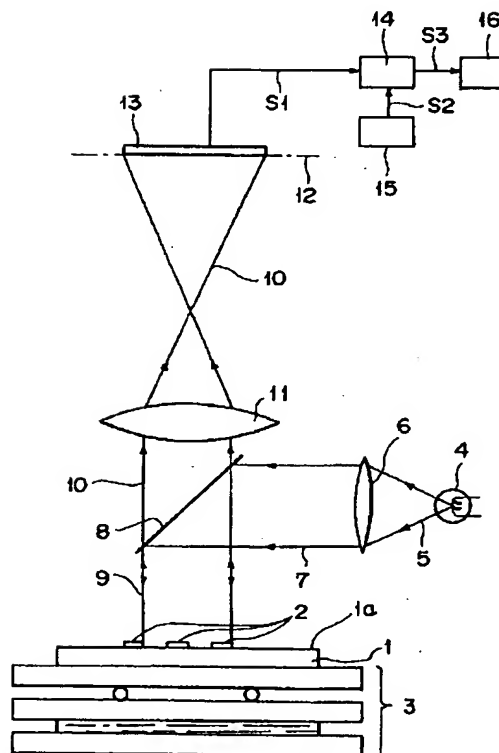
【图 2 2】



【図 20】



【図 2 3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**